

Читать
онлайн
Read
online

Сюрин С.А., Кизеев А.Н.

Риски для здоровья от воздействия химических веществ на предприятиях в Арктике

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Химические вещества различных классов опасности относятся к числу наиболее распространённых вредных производственных факторов. Цель исследования заключалась в изучении условий возникновения, а также структуры и распространённости профессиональных заболеваний от воздействия химических веществ на предприятиях в Арктике для исключения случаев досрочного ограничения или полного прекращения трудовой деятельности работников.

Материалы и методы. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость населения Российской Федерации» в 2007–2020 гг.».

Результаты. В Российской Арктике в 2007–2020 гг. доля химических веществ в структуре вредных производственных факторов составила 7,6%. Анализ многолетней динамики показывает тенденцию к её снижению. Вклад влияния химических веществ в структуру вредных производственных факторов составляет 7,8%. Для группы заболеваний, возникших вследствие воздействия данного фактора, характерно преимущественное поражение органов дыхания (74,6%) у работников никелевой промышленности (68,3%). Также отмечается формирование заболевания в более короткие сроки ($24,3 \pm 0,4$ года), больший риск у женщин (относительный риск (ОР) = 3,48; доверительный интервал (ДИ) 2,91–4,16; $p < 0,001$), больший риск злокачественных новообразований (ОР = 3,55; ДИ 3,13–4,02; $p < 0,001$). Из 571 случая профессиональной патологии работников никелевого производства 355 (62,2%) были вызваны воздействием водонерастворимых соединений никеля, 188 (32,9%) случаев – гидроаэрозолей солей никеля и 28 (4,9%) – тетракарбонила никеля. Из 164 случаев интоксикаций 138 (84,1%) носили хронический характер и были обусловлены преимущественно соединениями никеля (87,7%). Основной причиной острых интоксикаций ($n = 26$) был оксид углерода (76,9%).

Ограничения исследования. Методы определения концентраций химических веществ в воздухе рабочей зоны не дают точной оценки экспозиции к ним работников, применяющих средства индивидуальной защиты.

Заключение. Для уменьшения профессионального риска от воздействия химических веществ необходимо прежде всего снижение концентраций соединений никеля в воздухе рабочей зоны никелевых предприятий. В профилактике отдельных форм профессиональной патологии приоритет следует отдавать заболеваниям органов дыхания, формирующимся вследствие воздействия водонерастворимых соединений никеля, злокачественным новообразованиям и острым отравлениям оксидом углерода.

Ключевые слова: условия труда; химические вещества; профессиональные заболевания; Арктика

Соблюдение этических стандартов. Работа выполнялась в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в редакции 2013 г.). Протокол и дизайн исследования были обсуждены и одобрены локальным комитетом ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора 12.05.2021 г., протокол № 35.4. Поскольку в исследовании были использованы деперсонифицированные архивные материалы, не возникло необходимости в получении информированного добровольного согласия ранее обследованных лиц.

Для цитирования: Сюрин С.А., Кизеев А.Н. Риски для здоровья от воздействия химических веществ на предприятиях в Арктике. Гигиена и санитария. 2022; 101(8): 954–962. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-954-962> <https://www.elibrary.ru/baisaw>

Для корреспонденции: Сюрин Сергей Алексеевич, доктор мед. наук, гл. науч. сотр. отд. исследований среды обитания и здоровья населения в Арктической зоне Российской Федерации ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург. E-mail: s.sjurin@s-znc.ru

Участие авторов: Сюрин С.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и статистическая обработка материала, написание и редактирование текста; Кизеев А.Н. – анализ данных литературы, анализ и статистическая обработка материала.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 17.05.2022 / Принята к печати: 04.08.2022 / Опубликовано: 14.09.2022

Sergei A. Syurin, Aleksei N. Kizeev

Health risks from exposure to chemicals in Arctic enterprises

North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation

Introduction. Chemicals of various hazard classes are among the most common harmful production factors.

We aimed to study conditions for the occurrence, prevalence and structure of occupational diseases from exposure to chemicals at enterprises in the Arctic in order to exclude cases of early restriction or complete termination of the labour activity of workers.

The study design was to analyze data of social and hygienic monitoring “Working conditions and occupational morbidity of the population” in the Russian Federation in 2007–2020.

Materials and methods. We studied the data of social and hygienic monitoring “Working conditions and occupational morbidity of the population of the Russian Federation” in 2007–2020.

Results. In the Russian Arctic in 2007–2020, the share of chemicals in the structure of harmful production factors was 7.6%. They were the cause of 7.8% of occupational diseases, the number of which tended to decrease. Characteristic for this group of diseases is the predominant damage to the respiratory organs (74.6%) in workers in the nickel industry (68.3%). Also, a feature of the diseases was the formation in a shorter time (24.3 ± 0.4 years); greater risk in women (relative risk (RR) = 3.48, confidence interval (CI) 2.91–4.16; $p < 0.001$); greater risk of malignancy (RR=3.55; CI 3.13–4.02; $p < 0.001$). Out of five hundred seventy one case of occupational pathology of nickel production workers, 355 (62.2%) were caused by water-insoluble nickel compounds. Other 188 (32.9%) and 28 (4.9%) cases were due to hydroaerosols of nickel salts and nickel tetracarbonyl, respectively. Out of 164 cases of intoxication, 138 (84.1%) had a chronic course and were mainly caused by nickel compounds (87.7%). The main cause of acute intoxication ($n=26$) was carbon monoxide (76.9%).

Limitations. Methods for determining concentrations of chemicals in the air of work areas do not provide an accurate exposure assessment in workers who use personal protective equipment.

Conclusion. To reduce the occupational health risks from chemicals, first of all, it is necessary, to decrease concentrations of nickel compounds in the air of the nickel enterprise working areas. In the prevention of certain forms of occupational pathology, priority should be given to respiratory diseases from exposure to water-insoluble nickel compounds, malignant neoplasms and acute carbon monoxide poisoning.

Keywords: working conditions; chemicals; occupational diseases; Arctic

Compliance with ethical standards. This work was carried out in accordance with the principles of the Helsinki Declaration. The protocol and design of the study was discussed and approved by the local committee of the North-Western Scientific Center for Hygiene and Public Health of Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing dated 12.05.2021, Protocol No. 35.4. Since depersonalized archival materials were used, there was no need to obtain informed voluntary consent from previously examined individuals. Since depersonalized archival materials were used, there was no need to obtain informed voluntary consent from previously examined individuals.

For citation: Syurin S.A., Kizeev A.N. Health risks from exposure to chemicals in Arctic enterprises. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2022; 101(8): 954-962. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-954-962> <https://elibrary.ru/baisaw> (in Russian)

For correspondence: Sergey A. Syurin, MD, PhD, DSc., chief researcher, Department of Arctic public health and life environment, Northwest Public Health Research Center, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: kola.reslab@mail.ru

Information about authors:

Syurin S.A., <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>

Kizeev A.N., <https://orcid.org/0000-0002-8689-7327>

Contribution: Syurin S.A. – the concept and design, collection and statistical processing of material, writing text, editing, responsibility for the integrity of all parts of the article; Kizeev A.N. – analysis of literature data, analysis and statistical processing of material the concept and design, collection and processing of material, editing text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: May 17, 2022 / Accepted: August 04, 2022 / Published: September 14, 2022

Введение

Химические вещества различных классов опасности, включая аллергены и канцерогены, относятся к числу наиболее распространённых вредных производственных факторов. Контакт работников с вредными химическими веществами происходит при добыче природных ресурсов, в металлургической промышленности, при изготовлении промышленных товаров, в строительстве и других отраслях [1–6]. В 2013–2020 гг. в Российской Федерации не произошло сокращения рабочих мест, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям по уровню вредных химических веществ¹. Известно, что степень и характер вызываемых ими нарушений зависят от концентрации вещества, времени воздействия, дозы, состояния тканей-мишеней, а также от некоторых особенностей окружающей среды (например, атмосферного давления, температуры) [7–9]. В 2018 и 2019 гг. в Российской Федерации нарушения здоровья, вызванные воздействием химического фактора, занимали четвёртое место в структуре профессиональной патологии (6,03 и 6,33% соответственно), а в 2020 г. – пятое место (4,7%)^{2,3}.

В отличие от других полярных стран в Арктической зоне Российской Федерации создана мощная промышленность, специализирующаяся на добыче и переработке полезных ископаемых. Большинство работников, экспонированных к вредным химическим веществам, заняты в цветной металлургии [10–12], добыче рудных и топливно-энергетических ископаемых [13–15], деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности [16, 17], сфере здравоохранения [18]. Однако наибольшее число случаев профессиональных заболеваний от воздействия химических веществ отмечается у работников электролитного и пирометаллургического перелов никеля [19].

Сохранение здоровья работающего населения входит в число приоритетных задач государственной политики в

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021.

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019.

³ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020.

Арктике⁴. Одним из решений поставленной задачи может быть предупреждение развития профессиональной патологии химической этиологии как причины досрочного ограничения или полного прекращения трудовой деятельности работников.

Цель исследования – изучение условий возникновения, распространённости и структуры профессиональных заболеваний от воздействия вредных химических веществ на предприятиях в Арктике для исключения случаев досрочного ограничения или полного прекращения трудовой деятельности работников.

Материалы и методы

Изучены данные социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость населения Российской Федерации» в 2007–2020 гг.» (ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, г. Москва). Проведён сравнительный анализ влияния на формирование профессиональной патологии веществ I–IV классов опасности и веществ, опасных для развития острого отравления. Результаты исследований обработаны с применением программного обеспечения Microsoft Excel 2016 и программы Epi Info™ 6.04d. Определяли *t*-критерий Стьюдента, относительный риск (ОР) и 95%-й доверительный интервал (ДИ), критерий согласия χ^2 . Числовые данные представлены как абсолютные и процентные величины, среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего арифметического ($M \pm m$). Критический уровень значимости нулевой гипотезы составлял 0,05.

Результаты

В 2007–2020 гг. на предприятиях в Российской Арктике вредные химические вещества (включая аллергены и канцерогены) занимали пятое место в общей структуре вредных производственных факторов, уступая сочетанному действию вредных факторов, шуму, неионизирующим электромагнитным полям и электромагнитным излучениям, а также допустимой тяжести труда (рис. 1).

В группе веществ I класса опасности (чрезвычайно опасные) определялись никель, оксиды и сульфиды никеля,

⁴ Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».

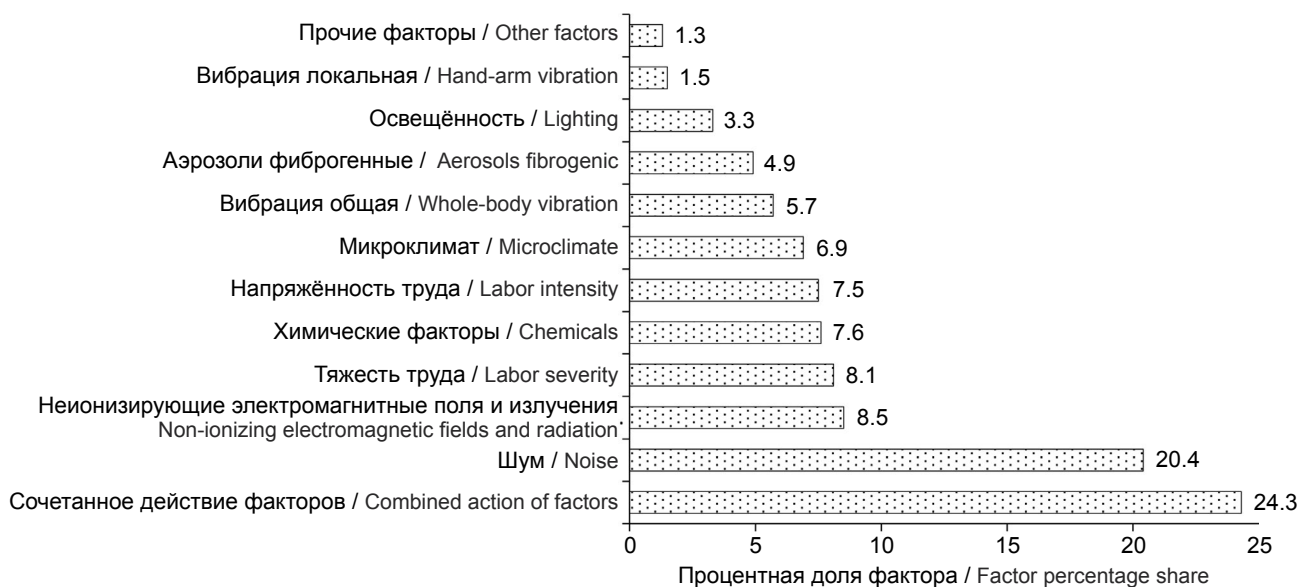


Рис. 1. Структура вредных производственных факторов на предприятиях в Российской Арктике в 2007–2020 гг.

Fig 1. The structure of harmful occupational factors at enterprises in the Russian Arctic in 2007–2020.

смеси соединений никеля в виде штейна и фанштейна, никелевого концентрата и агломерата, оборотная пыль очистных устройств, гидроаэрозоли солей никеля, тетракарбонил никеля, никель-хром. Наряду с соединениями никеля в эту группу веществ входили гексагидрофосфат гидрат, диоксид хлора+, триоксид хрома, фтор, тетракарбонил железа, оксиды марганца. К высокоопасным (II класс опасности) относились бензол, дигидросульфид, марганец в сварочных аэрозолях, оксид углерода, формальдегид, криолит, серная кислота, щёлочи едкие, хлорэтановая кислота, антибиотики. В числе менее опасных веществ были относящиеся к III классу опасности хлорэтан, диоксид азота и оксиды, диоксид серы, силикатсодержащие пыли, диоксид кремния кристаллический, метилбензол, моющие синтетические средства, аммиак, диоксид углерода, силикатсодержащие пыли и относящиеся к IV классу опасности медно-никелевая руда, пыль растительного и животного происхождения, диоксид углерода, предельные алифатические углеводороды.

За 14 лет в Российской Арктике произошло уменьшение числа работников, имевших контакт как со всеми видами вредных производственных факторов (с 501 134 до 396 458 человек), так и с химическими факторами (с 45 409 до 32 934 человек). Отмечается уменьшение доли химического фактора (понижающаяся линия тренда) в общей структуре вредных производственных факторов на предприятиях в Российской Арктике (рис. 2).

В 2007–2020 гг. у 7684 работников на предприятиях в Арктике было впервые выявлено 9 819 случаев профессиональной патологии. В структуре вредных производственных факторов, вызывавших её развитие, химический фактор занимал шестое место, в 4,36 раза уступая повышенной тяжести труда (рис. 3).

Для изучения особенностей развития, распространённости и структуры профессиональной патологии химической этиологии все случаи профессиональных заболеваний, зарегистрированные в 2007–2020 гг. в Российской Арктике, были разделены на две группы. В первую группу вошли заболевания, вызванные химическим фактором ($n = 770$), во вторую – вызванные всеми остальными вредными производственными факторами ($n = 9049$). Анализ данных показал, что в случаях заболеваний химической этиологии средняя продолжительность стажа работников была меньше, число нозологических форм заболеваний – больше, а риск развития у женщин – выше ($OR = 3,48$; $DI 2,91-4,16$; $\chi^2 = 188,7$; $p < 0,001$), чем при патологии, вызванной действием других вредных производственных факторов (табл. 1).

На частоту развития профессиональных заболеваний существенно влиял класс условий труда. Доля профессиональных заболеваний, возникавших при работе в допустимых (2-й класс), вредных (3-й класс) и опасных (4-й класс) условиях, была выше при химической этиологии. Заболевания нехимической этиологии чаще регистрировались при вредных условиях труда классов 3.2 и 3.3.

Наиболее частыми технологическими обстоятельствами при развитии заболеваний в обеих группах работников были особенности технологических процессов и конструктивные недостатки машин, механизмов и другого оборудования (71–88%). При этом значение технологических обстоятельств было большим при формировании заболеваний нехимической этиологии. Третьим по значимости обстоятельством, обуславливавшим возникновение

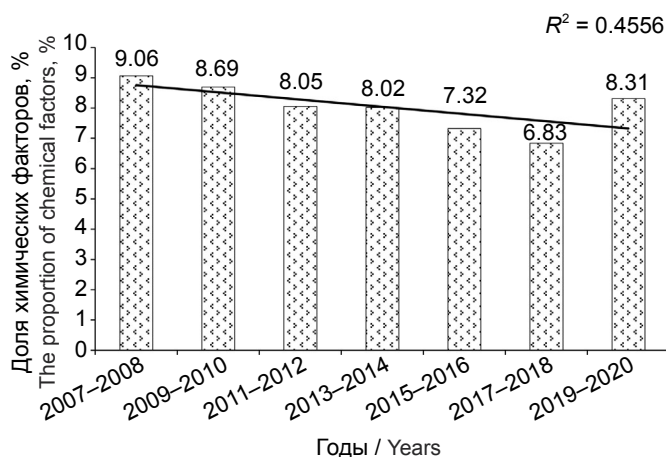


Рис. 2. Доля химического фактора в структуре вредных производственных факторов на предприятиях в Российской Арктике в 2007–2020 гг.

Fig. 2. The share of chemical factor in the structure of harmful occupational factors at enterprises in the Russian Arctic in 2007–2020.

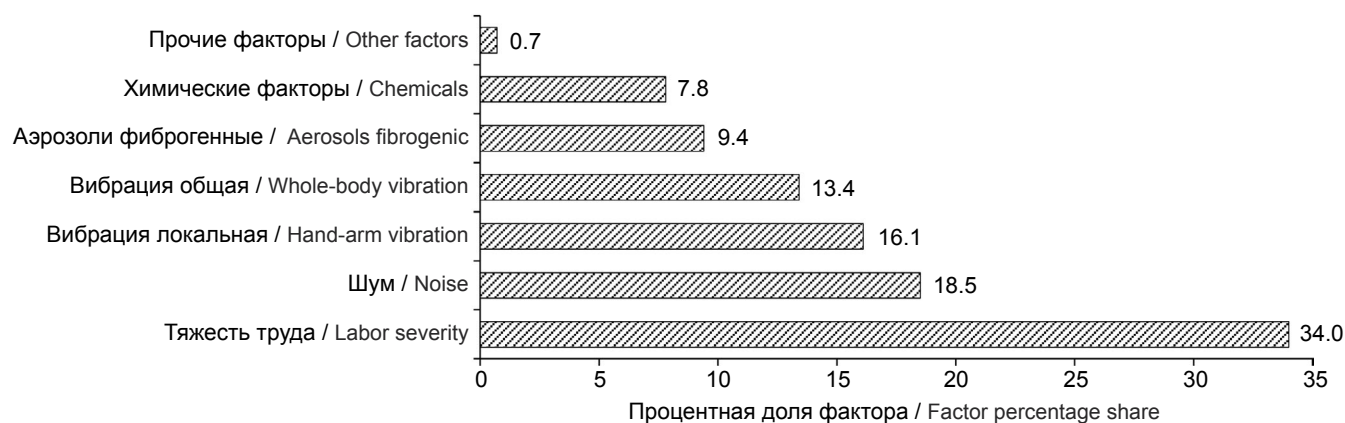


Рис. 3. Структура вредных производственных факторов, вызывавших развитие профессиональной патологии, на предприятиях в Российской Арктике в 2007–2020 гг.

Fig. 3. The structure of harmful occupational factors that caused the development of occupational pathology at enterprises in the Russian Arctic in 2007–2020.

патологии химической этиологии, было несовершенство санитарно-технических установок. По этому показателю различие между двумя группами было самым значительным — в 79,3 раза. Также различия между двумя группами работников отмечались ещё по двум обстоятельствам развития профессиональной патологии: неисправность санитарно-технических установок и неисправность машин, механизмов и другого оборудования.

В обеих группах профессиональные заболевания выявлялись преимущественно у работников металлургической и добывающей промышленности. При этом доля патологии химической этиологии у металлургов была в 4,41 раза больше, чем у горняков. Напротив, у горняков доля патологии нехимической этиологии в 4,66 раза превышала аналогичный показатель у металлургов. Также большая доля заболеваний химической этиологии отмечалась у работников здравоохранения и меньшая — у работников транспорта и связи (табл. 2).

Из 571 случая профессиональной патологии работников никелевого производства 355 (62,2%) случаев были вызваны экспозицией к водонерастворимым соединениям никеля при пирометаллургическом переделе. В 188 (32,9%) случаях причиной развития заболеваний явились характерные для гидрометаллургического передела гидроаэрозоли солей никеля, а в 28 (4,9%) — тетракарбонил никеля, образующийся при карбонильном переделе.

Характер профессиональной патологии во многом определялся особенностями действия и классом опасности химического вещества (табл. 3). Более двух третей заболеваний возникало под действием веществ, опасных для развития острого отравления, и они формировались чаще у мужчин, чем у женщин ($p < 0,001$). Также у мужчин чаще выявлялись заболевания, обусловленные воздействием веществ I–III классов опасности, по сравнению с IV классом ($p < 0,001$). У женщин ситуация была противоположной — более частое развитие патологии при контакте с веществами IV класса опасности, чем I–III классов ($p < 0,001$). Возраст работников при возникновении заболеваний, вызванных воздействием химических веществ II класса, был меньше, чем I класса ($p = 0,029$) и III класса ($p < 0,001$). При классах условий труда 2; 3.1; 3.2 развитие заболеваний чаще было обусловлено веществами II–IV классов опасности ($p < 0,001$), а при классах условий труда 3.3; 3.4 и 4 — веществами I класса опасности ($p = 0,005–0,0001$). Острые отравления на предприятиях разных видов экономической деятельности были вызваны оксидом углерода, который также является веществом II класса опасности. Структура профессиональной патологии, обусловленной

химическими веществами I–IV классов опасности, существенных различий не имела. Следует отметить, что в анализ не были включены заболевания при экспозиции к аллергенам и канцерогенам в связи с их малым числом: 4 и 9 случаев соответственно.

У работников, подвергавшихся воздействию вредных химических веществ, выявлялось пять классов профессиональных заболеваний. Почти три четверти из них относились к классу болезней органов дыхания. В 4 раза реже диагностировались травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин, а в 8,5 раза реже — новообразования. Остальные заболевания выявлялись в единичных случаях. Иная структура по классам профессиональной патологии отмечалась при воздействии остальных вредных производственных факторов. Три четверти случаев относились к трём классам: болезни костно-мышечной системы; травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин; болезни уха и сосцевидного отростка. Существенно реже выявлялись болезни нервной системы и органов дыхания, и в единичных случаях — инфекционные заболевания, новообразования и болезни системы кровообращения. Между двумя группами статистически значимые различия выявлялись по болезням органов дыхания, глаза, кожи, нервной и костно-мышечной систем, злокачественным новообразованиям (табл. 4).

Пятью наиболее распространёнными нозологическими формами профессиональных заболеваний от воздействия химических веществ были хронический бронхит (37,7%); интоксикации никелем, хромом, кобальтом, марганцем и их соединениями, а также хлором, диоксидом азота и сероводородом (21,3%); бронхиальная астма (19,9%); злокачественные новообразования (9,2%) и хронический ларингит (4,3%). В структуре профессиональной патологии, не связанной с химическим фактором, преобладали вибрационная болезнь (24,8%), радикулопатия (21,7%), нейросенсорная тугоухость (20,1%), моно- и полинейропатия (11,5%), хронический бронхит (9%).

Особого внимания заслуживают злокачественные новообразования и острые формы интоксикаций, создающие не только угрозу профессиональной трудоспособности работников, но и их жизни. У работников, экспонированных к вредным химическим веществам, отмечался повышенный риск развития злокачественных новообразований: ОР = 3,55; ДИ 3,13–4,02; $\chi^2 = 446,8$; $p < 0,001$. По показателям возраста ($52,7 \pm 0,8$ года), стажа ($24,7 \pm 0,8$ года), пола (число мужчин — 67, число женщин — 4) они не имели значимых отличий от остальных работников. Преимущественной локализацией злокачественных новообразований были

Таблица 1 / Table 1

Характеристика работников с профессиональной патологией от воздействия различных факторов, абс. (%)
Characteristics of workers with occupational pathology from all other effects, abs. (%)

Показатель Indicator	Этиология заболевания Etiology of the disease		p
	Химический фактор Chemical factors n = 770	Все иные факторы All other factors n = 9049	
Возраст, лет / Age, years	52.2 ± 0.3	52.1 ± 0.1	0.752
Стаж, лет / Experience, years	24.3 ± 0.4	25.2 ± 0.1	0.029
Пол: / Gender:			
мужчины, человек / male, persons	486 (79.0)	6643 (94.0)	< 0.001
женщины, человек / female, persons	129 (21.0)	426 (6.0)	< 0.001
Число заболеваний у одного работника, случаи / The number of diseases per an employee, cases	1.25 ± 0.03	1.18 ± 0.01	0.027

Таблица 2 / Table 2

Условия труда, обстоятельства и виды экономической деятельности при развитии профессиональной патологии, случаи (%)
Working conditions, circumstances and types of economic activity related to occupational pathology, cases (%)

Показатель Indicator	Этиология заболевания Etiology of the disease		p
	Химический фактор Chemical factors n = 770	Все иные факторы All other factors n = 9049	
Класс условий труда: / Class of working conditions:			
2 (допустимый) / (permissible)	30 (3.9)	42 (0.5)	< 0.001
3 (вредный) / (harmful)			
подкласс: / subclass:			
3.1	111 (14.4)	1432 (15.8)	0.303
3.2	122 (15.8)	4240 (46.9)	< 0.001
3.3	127 (16.5)	2261 (24.5)	< 0.001
3.4	162 (21.0)	951 (10.5)	< 0.001
4 (опасный) / (hazardous)	218 (28.3)	123 (1.4)	< 0.001
Технологические обстоятельства: / Technological circumstances:			
Несовершенство технологических процессов / Imperfection of technological processes	309 (40.1)	4083 (45.1)	0.006
Конструктивные недостатки машин, механизмов и другого оборудования Design flaws of machines, mechanisms and other equipment	238 (30.9)	3851 (42.6)	< 0.001
Несовершенство санитарно-технических установок / Imperfection of sanitary installations	183 (23.8)	24 (0.3)	< 0.001
Несовершенство рабочих мест / Imperfection of workplaces	19 (2.5)	917 (10.2)	< 0.001
Неисправность санитарно-технических установок / Malfunction of sanitary installations	8 (1.0)	0	< 0.001
Несовершенство средств индивидуальной защиты / Imperfection of personal protective equipment	4 (0.5%)	15 (0.2)	0.056
Отступление от технологического регламента / Breach of technological regulations	4 (0.5%)	19 (0.2)	0.089
Неисправность машин, механизмов и другого оборудования / Malfunction of machines, mechanisms and other equipment	1 (0.1%)	87 (1.0)	0.019
Контакт с инфекционным агентом / Contact with an infectious agent	0	34 (0.4)	0.089
Прочие / Others	4 (0.5)	17 (0.2)	0.056
Виды экономической деятельности: / Types of economical activity:			
Металлургическое производство / Metallurgical production	526 (68.3%)	1403 (15.5)	< 0.001
Добыча полезных ископаемых / Mining	103 (13.3%)	5607 (62.0)	< 0.001
Строительство / Construction	57 (7.4%)	596 (6.6)	0.383
Производство изделий и оборудования / Manufacture of products and equipment	37 (4.9%)	391 (4.3)	0.528
Здравоохранение и оказание социальных услуг / Healthcare and social services	15 (1.9)	60 (0.7)	< 0.001
Деревообработка и целлюлозно-бумажное производство / Woodworking and pulp and paper production	8 (1.0)	150 (1.7)	0.191
Транспорт и связь / Transport and communications	7 (0.9)	716 (7.9)	< 0.001
Прочие / Others	17 (2.2)	126 (1.2)	0.070

Таблица 3 / Table 3

Профессиональная патология при разных классах опасности химических веществ, абс., %
Occupational pathology at different chemical hazard classes, abs. (%)

Показатель Indicator	Вещества, опасные для развития острого отравления Substances hazardous for developing acute poisoning	Класс опасности химического вещества Hazard class of chemicals			
		Первый (чрезвычайно опасные) The first (extremely hazardous)	Второй (высокоопасные) Second (highly hazardous)	Третий (умеренно опасные) Third (moderately hazardous)	Четвёртый (малоопасные) Fourth (slightly hazardous)
Пол: / Gender:					
мужчины, человек / male, persons	320 (79.4)	49 (87.5)	75 (83.3)	23 (67.6)	6 (37.5)
женщины, человек / female, persons	83 (20.6)	7 (12.5)	15 (16.7)	11 (32.4)	10 (62.5)
Возраст, лет / Age, years	53.0 ± 0.3	52.6 ± 0.9	49.3 ± 1.2	54.9 ± 1.1	48.6 ± 2.6
Стаж, лет / Experience, years	25.4 ± 0.4	24.0 ± 1.2	21.4 ± 1.4	24.9 ± 1.4	20.1 ± 3.0
Число заболеваний, случаи / Number of diseases, cases	529 (68.7)	68 (8.8)	100 (13.0)	39 (5.1)	21 (2.7)
Класс допустимый (2) / permissible class (2)	3 (0.6)	0	14 (14.0)	7 (17.9)	4 (19.0)
Класс вредности 3.1 / Hazard class 3.1	34 (6.4)	16 (23.5)	36 (36.0)	13 (33.3)	6 (28.6)
Класс вредности 3.2 / Hazard class 3.2	64 (12.1)	6 (8.8)	31 (31.0)	14 (35.9)	7 (33.3)
Класс вредности 3.3 / Hazard class 3.3	104 (19.7)	8 (11.8)	10 (10.0)	3 (7.7)	2 (9.5)
Класс вредности 3.4 / Hazard class 3.4	130 (24.6)	21 (30.9)	7 (7.0)	1 (2.6)	1 (4.8)
Класс опасный (4) / Dangerous class (4)	194 (36.7)	17 (25.0)	2 (2.0)	1 (2.6)	1 (4.8)
Заболевания: / Diseases:					
острые / acute					
хронические / chronic	435 (82.2)	56 (82.4)	72 (72.0)	38 (97.4)	19 (90.5)
Интоксикации: / Intoxication:					
острые / acute					
хронические / chronic	94 (17.8)	11 (16.1)	5 (5.0)	1 (2.6)	0
Болезни органов дыхания / Respiratory diseases	358 (67.7)	46 (67.6)	63 (63.0)	32 (82.1)	16 (84.2)
Злокачественные новообразования / Malignant neoplasms	59 (11.2)	2 (2.9)	5 (5.0)	4 (10.3)	0
Болезни кожи / Skin diseases	1 (0.2)	1 (1.5)	3 (3.0)	2 (5.1)	1 (4.8)

Таблица 4 / Table 4

Классы профессиональных болезней у работников предприятий в Арктике, абс., %
Classes of occupational diseases in enterprise employees in the Arctic, abs. (%)

Классы профессиональных болезней Classes of occupational diseases	Этиология заболевания Etiology of the disease		P
	Химический фактор Chemical factors n = 770	Все иные факторы All other factors n = 9049	
Болезни органов дыхания / Respiratory diseases	520 (74.6)	919 (10.7)	< 0.001
Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин Injuries, poisoning and some other consequences of exposure to external causes	167 (19.6)	2247 (24.3)	0.052
Новообразования злокачественные / Malignant neoplasms	71 (8.8)	10 (0.1)	< 0.001
Болезни кожи и подкожной клетчатки / Diseases of the skin and subcutaneous tissue	11 (1.5)	1 (0.01)	< 0.001
Болезни глаза и его придаточного аппарата / Diseases of the eye and its accessory apparatus	1 (0.1)	1 (0.01)	0.027
Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	0	1256 (14.0)	< 0.001
Болезни уха и сосцевидного отростка / Diseases of the ear and mastoid process	0	1822 (20.9)	< 0.001
Болезни костно-мышечной системы / Diseases of the musculoskeletal system	0	2743 (29.6)	< 0.001
Болезни инфекционные и паразитарные / Infectious and parasitic diseases	0	45 (0.4)	0.050
Болезни системы кровообращения / Diseases of the circulatory system	0	5 (0.6)	0.515

Таблица 5 / Table 5

Характеристика работников с острыми и хроническими интоксикациями, абс. (%)
Characteristics of workers with acute and chronic intoxication, abs. (%)

Показатель Indicator	Интоксикация / Intoxication		p
	острая / acute n = 26	хроническая / chronic n = 138	
Возраст, лет / Age, years	35.4 ± 1.8	54.7 ± 0.5	< 0.001
Стаж, лет / Experience, years	7.8 ± 1.9	28.0 ± 0.6	< 0.001
Диагностированная патология: / Diagnosed pathology:			
у мужчин, случаи / males, cases	24 (92.3)	105 (76.1)	0.065
у женщин, случаи / females, cases	2 (7.7)	33 (23.9)	0.065

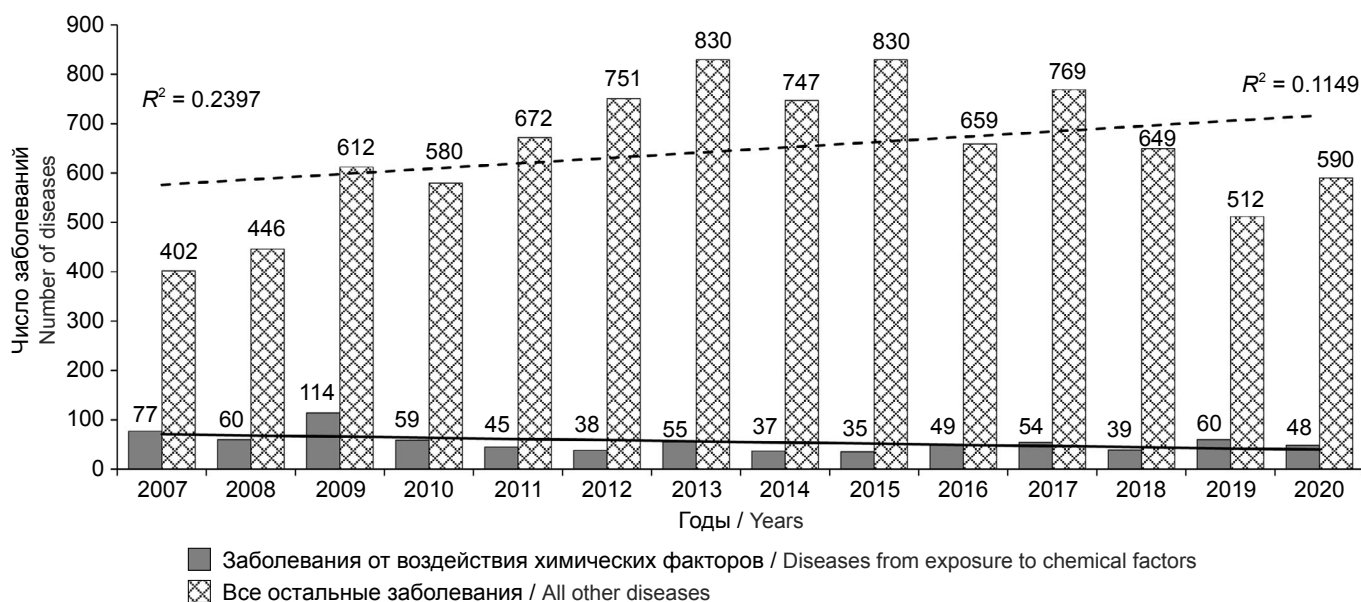


Рис. 4. Ежегодное число впервые выявляемых случаев профессиональной патологии от воздействия химических веществ и всех остальных вредных производственных факторов.

Fig. 4. The annual number of cases of occupational pathology detected for the first time from exposure to chemicals and all other harmful occupational factors.

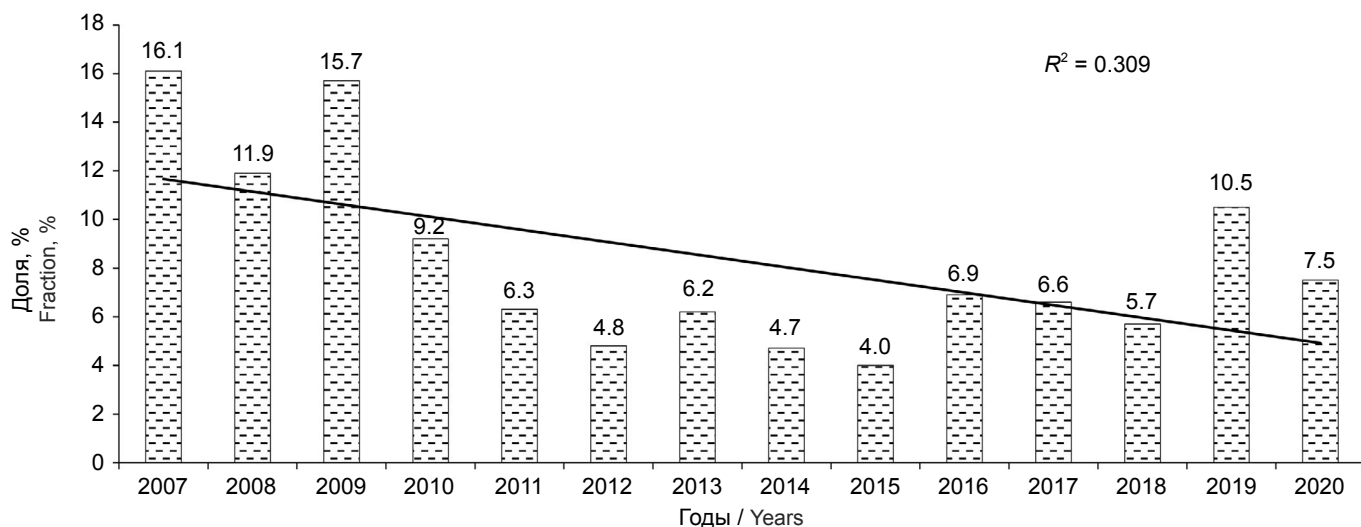


Рис. 5. Доля профессиональной патологии от воздействия химических веществ в структуре всех случаев профессиональных заболеваний за 14-летний период наблюдений.

Fig. 5. The annual share of occupational pathology from exposure to chemicals in the structure of all cases of occupational diseases.

органы дыхания ($n = 45$), значительно реже они выявлялись в желудке ($n = 17$), почках ($n = 5$), на языке ($n = 2$), в полости рта и мочевом пузыре (по одному случаю).

Из 164 случаев интоксикаций 26 носили острый характер и 138 случаев – хронический. Острые интоксикации у 20 (76,9%) работников были вызваны оксидом углерода, реже их причиной являлись диоксид углерода, хлор, сероводород и диоксид азота. Развитие хронических форм профессиональной интоксикации в 121 (87,7%) случае было обусловлено воздействием соединений никеля и ещё в 17 случаях – экспозицией к соединениям хрома, марганца и кобальта. Среди лиц, не имевших контакта с вредными химическими веществами, интоксикаций в 2007–2020 гг. зарегистрировано не было.

Группы работников с острой и хронической интоксикацией отличались по возрасту и стажу: значения были меньше при острых интоксикациях (табл. 5). Из 26 работников с острой формой интоксикации 22 (84,6%) человека осуществляли добычу полезных ископаемых (железная руда, апатит-нефелиновые руды, каменный уголь). Большинство работников (124 человека, или 89,9%), у которых диагностировалась хроническая интоксикация, были заняты в производстве цветных металлов.

В 2007–2020 гг. число впервые выявляемых случаев профессиональной патологии от воздействия химических факторов находилось в широком диапазоне: от 114 случаев в 2009 г. до 35 в 2015 г. При этом резкий подъём показателей в 2009 г. может быть частично объяснён большим числом острых интоксикаций ($n = 18$), чего не наблюдалось в другие годы. В целом за 14 лет число случаев профессиональной патологии от воздействия химических факторов имело тенденцию к уменьшению (снижающаяся линия тренда), тогда как общее число профессиональных заболеваний в Российской Арктике демонстрировало тенденцию к росту (повышающаяся линия тренда). Риск возникновения патологии химической этиологии за 14-летний период наблюдения был выше в его начале (2007–2009 гг.), чем в последние годы (2018–2020 гг.): ОР = 1,49; ДИ 1,21–1,83; $\chi^2 = 14,7$; $p = 0,001$ (рис. 4).

Доля профессиональной патологии от воздействия химических веществ в структуре всех случаев профессиональных заболеваний составляла от 4% (2015 г.) до 16,1% (2007 г.) с выраженной тенденцией к снижению за 14 лет (рис. 5).

Обсуждение

Выполненное исследование позволило получить ряд новых данных, заслуживающих внимания и обсуждения. Так, в 2007–2020 гг. на предприятиях в Российской Арктике химические вещества являлись шестым по распространённости (7,6%) вредным производственным фактором и пятой по частоте (7,8%) причиной формирования профессиональной патологии, что соответствовало общероссийским показателям. Однако в Российской Арктике в отличие от России в целом произошло как абсолютное, так и относительное снижение числа работников, имевших контакт с вредными химическими веществами. Отмеченные изменения условий труда могут служить объяснением снижения риска развития профессиональных заболеваний химической этиологии, тогда как общее число профессиональных заболеваний в регионе сохраняет тенденцию к повышению.

В Российской Арктике на протяжении периода наблюдения профессиональная патология от воздействия химических веществ выявляется преимущественно у работников никелевой промышленности [20–22]. При этом почти в двух третях случаев причиной становятся водонерастворимые соединения никеля, характерные для пирометаллургического передела. Снижение роли тетракарбида никеля в развитии профессиональной патологии (4,9% случаев) может быть связано как с более строгим соблюдением требований техники безопасности, так и с незначительным

числом работников, занятых в карбонильном переделе. Следует отметить, что острые профессиональные интоксикации чаще возникают у лиц более молодого возраста с меньшей продолжительностью стажа, то есть недостаточно опытных работников.

Проведённое исследование позволило выявить особенности формирования профессиональных болезней химической этиологии. Эти особенности заключаются в развитии при меньшем трудовом стаже, чем при воздействии других вредных производственных факторов; большем риске у женщин по сравнению с мужчинами; большем риске возникновения злокачественных новообразований [23, 24], которые в 36,6% случаев локализовались вне органов дыхания.

Выявленное более частое формирование у мужчин профессиональных заболеваний при воздействии химических веществ, опасных для развития острого отравления, а также веществ I–III классов опасности можно объяснить более вредными условиями труда по сравнению с женщинами [25]. Меньший возраст и стаж на момент выявления профессиональной патологии при экспозиции к веществам II класса опасности были обусловлены тем, что причиной большинства острых отравлений являлся оксид углерода (вещество II класса опасности). Как отмечалось выше, острые отравления происходили у работников более молодого возраста с меньшим опытом работы.

Необходимо подчеркнуть значительные различия условий труда работников с профессиональной патологией от воздействия химических факторов и от других вредных производственных факторов. В настоящий момент не установлено, какие технологические особенности определяют тот факт, что в первой группе работников класс вредности 3.4 отмечался в 2 раза чаще, а класс вредности 4 (опасный) – в 20 раз чаще, чем во второй. С другой стороны, влиянием аллергенов и канцерогенов, способных оказать негативное воздействие и без превышения предельно допустимых концентраций, можно объяснить более частое развитие профессиональной патологии химической этиологии при допустимых условиях труда [26].

Ограничения исследования. При выполнении исследования использованы сведения о концентрации химических веществ в воздухе рабочих зон предприятий. Однако установление точной величины экспозиции работников невозможно вследствие применения ими средств индивидуальной защиты, в том числе органов дыхания. В будущих исследованиях желательна использование методик, позволяющих оценивать концентрации химических веществ в воздухе, поступающем в дыхательные пути после очистки в средствах индивидуальной защиты.

Заключение

В Российской Арктике в 2007–2020 гг. доля химических веществ в структуре вредных производственных факторов составила 7,6%. Они явились причиной возникновения 7,8% профессиональных заболеваний, число которых имело тенденцию к снижению. Патология от воздействия химических веществ развивалась преимущественно в органах дыхания, формировалась в более короткие сроки, с большим риском у женщин и с большим риском развития злокачественных новообразований. Для уменьшения профессионального риска для здоровья от воздействия химических веществ необходима прежде всего разработка комплексной программы снижения концентраций соединений никеля в воздухе производственных помещений предприятий медно-никелевой промышленности. При профилактике отдельных нозологических форм профессиональной патологии приоритет следует отдавать заболеваниям органов дыхания от воздействия водонерастворимых соединений никеля, злокачественным новообразованиям и острым отравлениям оксидом углерода.

Литература (п.п. 5, 6, 9, 13 см. References)

- Лемешевская Е.П., Куренкова Г.В., Жукова Е.В. *Промышленная токсикология*. Иркутск; 2018.
- Валева Э.Т., Галимова Р.Р., Дистанова А.А. Условия труда, профессиональная и профессионально обусловленная патология у работников производств полимерных изделий. *Санитарный врач*. 2019; (3): 28–33.
- Галимова Р.Р., Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Валева Э.Т., Газизова Н.Р. Обоснование профилактики профессиональной заболеваемости работников нефтехимических производств. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(9): 967–71. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-967-971>
- Безрукова Г.А., Новикова Т.А. Современное состояние условий труда и здоровья работников предприятия химического синтеза. *Медицина труда и промышленная экология*. 2021; 61(6): 408–14. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-408-414>
- Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. М.; 2005.
- Измеров Н.Ф., Кириллов В.Ф., ред. *Гигиена труда: учебник*. М.: GEOTAR-Media; 2016.
- Липатов Г.Я., Адриановский В.И., Гоголева О.И. Химические факторы профессионального риска у рабочих основных профессий в металлургии меди и никеля. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(2): 64–7.
- Серебряков П.В., Карташев О.И., Федина И.Н. Клинико-гигиеническая оценка состояния здоровья работников производства меди в условиях Крайнего Севера. *Медицина труда и промышленная экология*. 2016; (1): 25–8.
- Сюрин С.А., Ковшов А.А. Условия труда и профессиональная заболеваемость на предприятиях горнодобывающей и металлургической промышленности Мурманской области. *Здоровье населения и среда обитания*. 2020; (1): 34–8. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-322-1-34-38>
- Скрипаль Б.А. Состояние здоровья и заболеваемость рабочих подземных рудников горно-химического комплекса Арктической зоны Российской Федерации. *Медицина труда и промышленная экология*. 2016; (6): 23–6.
- Хамидулина Е.А., Чемякин А.В. Прогнозная оценка риска ущерба здоровью в результате профессиональной деятельности в нефтедобыче. *XXI век. Техносферная безопасность*. 2018; 3(2): 108–16. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2018-2-108-116>
- Леванюк А.И., Сергеева Е.В., Ставинская О.А., Репина В.П. Исследование влияния профессиональных факторов на здоровье работников лесной и деревообрабатывающей промышленности в городе Архангельске. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2009; 11(1-6): 1233–5.
- Петрова Н.Н., Паньшина В.С., Фигуровский А.П., Топанов И.О. Гигиеническая характеристика условий труда работников предприятия деревообрабатывающей промышленности. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(4): 344–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-344-346>
- Косарев В.В., Бабанов С.А. *Профессиональные заболевания медицинских работников*. М.: ИНФРА-М; 2022.
- Сюрин С.А. Особенности формирования профессиональной патологии у работников различных переделов никеля в условиях Крайнего Севера. *Безопасность и охрана труда*. 2012; (1): 50–4.
- Черкай З.Н., Шилов В.В. К вопросу о профессиональной заболеваемости работников в горно-металлургической промышленности. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2015; (S7): 641–9.
- Никанов А.Н., Чашин В.П., Дардынская И., Горбанев С.А., Гудков А.Б., Лагхайн Б. и др. Риск-ориентированный подход к сохранению профессионального здоровья работников на предприятиях цветной металлургии в Арктической зоне Российской Федерации. *Экология человека*. 2019; (2): 12–20. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-2-12-20>
- Горбанев С.А., Сюрин С.А. Профессиональная патология у работников медно-никелевой промышленности в Кольской Арктике (1989–2018 гг.). *Здоровье населения и среда обитания*. 2020; (10): 22–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-331-10-22-27>
- Валева Э.Т., Каримова Л.К., Бакиров А.Б., Мухаммадиева Г.Ф., Шайхлисламова Э.Р. Особенности развития новообразований у работников химического комплекса. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2017; 24(3): 22–7.
- Серебряков П.В., Федина И.Н., Рушкевич О.П. Особенности формирования злокачественных новообразований органов дыхания у работников предприятий по добыче и переработке медно-никелевых руд. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; (9): 9–15. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-9-15>
- Сюрин С.А., Фролова Н.М. Гендерные особенности профессиональной патологии в Арктической зоне России. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(6): 531–7. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-531-537>
- Сюрин С.А. К вопросу о профессиональной патологии, возникающей при допустимых условиях труда (на примере работников предприятий Арктической зоны России). *Санитарный врач*. 2020; (1): 6–13. <https://doi.org/10.33920/med-08-2001-01>

References

- Lemeshevskaya E.P., Kurenkova G.V., Zhukova E.V. *Industrial Toxicology [Promyshlennaya toksikologiya]*. Irkutsk; 2018. (in Russian)
- Valeeva E.T., Galimova R.R., Distanova A.A. Working conditions, occupational and work-related pathology in the polymer production workers. *Sanitarnyy vrach*. 2019; (3): 28–33. (in Russian)
- Galimova R.R., Karimova L.K., Muldasheva N.A., Valeeva E.T., Gazizova N.R. The foundation of the prevention of occupational morbidity in workers of petrochemical plants. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(9): 967–71. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-967-971> (in Russian)
- Bezrukova G.A., Novikova T.A. Current state of working conditions and health of employees of the chemical organ synthesis enterprise. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2021; 61(6): 408–14. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-408-414> (in Russian)
- Ohlander J., Kromhout H., van Tongeren M. Interventions to reduce exposures in the workplace: a systematic review of intervention studies over six decades, 1960–2019. *Front. Public Health*. 2020; 8: 67. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00067>
- Linauskienė K., Dahlin J., Ezerinskis Z., Isaksson M., Sapolaite J., Malinauskienė L. Occupational exposure to nickel, cobalt, and chromium in the Lithuanian hard metal industry. *Contact Dermatitis*. 2021; 84(4): 247–53. <https://doi.org/10.1111/cod.13756>
- R 2.2.2006-05. Guide on Hygienic Assessment of Factors of Working Environment and Work Load. Criteria and Classification of Working Conditions. Moscow; 2005. (in Russian)
- Измеров Н.Ф., Кириллов В.Ф., eds. *Occupational Health: Textbook [Gigiena truda: uchebnik]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. (in Russian)
- Klaassen C.D., ed. *Casarett and Doull's Toxicology: The basic science of poisons*. New York: McGraw-Hill Companies Inc.; 2019.
- Lipatov G.Ya., Adrianovskiy V.I., Gogoleva O.I. Chemical air pollution of the occupational environment as a factor for professional risk for workers of main occupations in the copper and nickel metallurgy. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2015; 94(2): 64–7. (in Russian)
- Serebryakov P.V., Kartashev O.I., Fedina I.N. Clinical and hygienic evaluation of health state of copper production workers in Far North. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2016; (1): 25–8. (in Russian)
- Syurin S.A., Kovshov A.A. Working conditions and occupational morbidity at mining and metallurgical enterprises of the Murmansk region. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2020; (1): 34–8. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-322-1-34-38> (in Russian)
- Mine Health 2012-2014: Sustainability of miners' wellbeing, health and work ability in the Barents region – a common challenge. Guidebook on cold, vibration, airborne exposures and socioeconomic influences in open pit mining. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/38111684.pdf>
- Scripal' B.A. Health state and morbidity of underground mines in mining chemical enterprise in Arctic area of Russian Federation. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2016; (6): 23–6. (in Russian)
- Khamidullina E.A., Chemyakin A.V. Prediction of health damage risks caused by professional activities in the oil production industry. *XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'*. 2018; 3(2): 108–16. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2018-2-108-116> (in Russian)
- Levanyuk A.I., Sergeeva E.V., Stavinskaya O.A., Repina V.P. Research the influence of professional factors on health of wood and wood-working industry workers in Arhangelsk city. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2009; 11(1-6): 1233–5. (in Russian)
- Petrova N.N., Panshina V.S., Figurovskiy A.P., Topanov I.O. Working conditions for employees of the enterprise of woodworking industry. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(4): 344–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-344-346> (in Russian)
- Kosarev V.V., Babanov S.A. *Occupational Diseases of Medical Workers [Professional'nye zabolevaniya medicinskih rabotnikov]*. Moscow: INFRA-M; 2022. (in Russian)
- Syurin S.A. Peculiarities of occupational pathology trends in workers of various nickel productions in the Far North conditions. *Bezopasnost' i okhrana truda*. 2012; (1): 50–4. (in Russian)
- Cherkaev Z.N., Shilov V.V. The question of workers occupational diseases in the mining and metallurgical industry. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal)*. 2015; (S7): 641–9. (in Russian)
- Nikanov A.N., Chashchin V.P., Dardynskaya I., Gorbanev S.A., Gudkov A.B., Lagkhayn B., et al. Risk-based approach to improve workplace health in non-ferrous metallurgy located in the Arctic zone of Russian Federation. *Ekologiya cheloveka*. 2019; (2): 12–20. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-2-12-20> (in Russian)
- Gorbanev S.A., Syurin S.A. Occupational diseases in workers of copper and nickel industry in the Kola Arctic (1989–2018). *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2020; (10): 22–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-331-10-22-27> (in Russian)
- Valeeva E.T., Karimova L.K., Bakirov A.B., Mukhammadiyeva G.F., Shaykhlislamova E.R. Features of the development of neoplasms among chemical workers. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*. 2017; 24(3): 22–7. (in Russian)
- Serebryakov P.V., Fedina I.N., Rushkevich O.P. Features of malignant neoplasms formation in respiratory system of workers engaged into mining and processing of copper-nickel ores. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; (9): 9–15. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-9-15> (in Russian)
- Syurin S.A., Frolova N.M. Gender features of occupational pathology in the Russian Arctic. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(6): 531–7. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-531-537> (in Russian)
- Syurin S.A. To the question of occupational pathology developing under acceptable working conditions (on the example of workers of enterprises in the Russian Arctic). *Sanitarnyy vrach*. 2020; (1): 6–13. <https://doi.org/10.33920/med-08-2001-01> (in Russian)